

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI
(c) 2003 Thomson Derwent. All rts. reserv.

011031357 **Image available**

WPI Acc No: 1997-009281/ 199701

XRAM Acc No: C97-002326

XRPX Acc No: N97-008479

**Projection pattern transfer equipment for photolithography - in which
inert gas supply line is connected to light path of optics system**

Patent Assignee: NIKON CORP (NIKR)

Inventor: MURAYAMA M; OZAWA H

Number of Countries: 002 Number of Patents: 002

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
JP 8279458	A	19961022	JP 95108177	A	19950407	199701 B
<i>gm</i> <u>US 6341006</u>	B1	20020122	US 96628452	A	19960405	200208
			US 97972434	A	19971118	
			US 98207270	A	19981208	
			US 99422862	A	19991025	

Priority Applications (No Type Date): JP 95108177 A 19950407; JP 95108178 A
19950407; JP 97337105 A 19971208

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan	Pg	Main IPC	Filing Notes
JP 8279458	A		8	H01L-021/027	
US 6341006	B1			G03B-027/42	Cont of application US 96628452 CIP of application US 97972434 Cont of application US 98207270

Abstract (Basic): JP 8279458 A

An inert gas supply line is connected to the light path of the
projection optics system.

ADVANTAGE - Light fluctuation in the light path can be avoided.
Dwg.1/4

Title Terms: PROJECT; PATTERN; TRANSFER; EQUIPMENT; PHOTOLITHOGRAPHIC;
INERT; GAS; SUPPLY; LINE; CONNECT; LIGHT; PATH; OPTICAL; SYSTEM

Derwent Class: G06; L03; P82; P84; U11

International Patent Class (Main): G03B-027/42; H01L-021/027

International Patent Class (Additional): G03F-007/20

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): G06-D04; G06-G18; L04-C06; L04-D10

Manual Codes (EPI/S-X): U11-C04E1

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-279458

(43)公開日 平成8年(1996)10月22日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 1 6 F
G 0 3 F 7/20	5 2 1		G 0 3 F 7/20	5 2 1

審査請求 未請求 請求項の数 6 F D (全 8 頁)

(21)出願番号 特願平7-108177

(22)出願日 平成7年(1995)4月7日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 村山 正幸

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

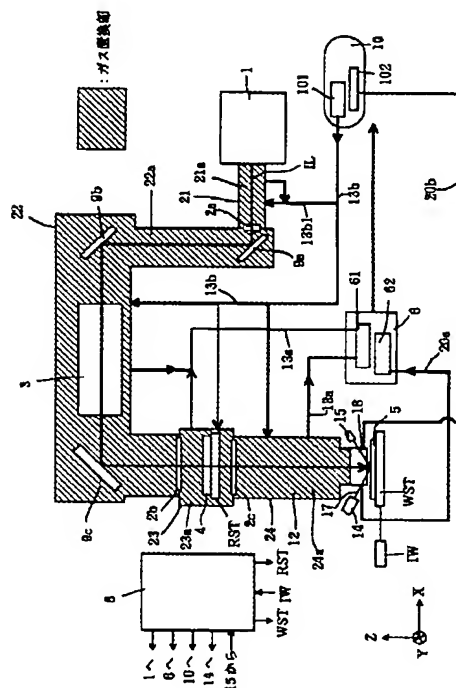
(74)代理人 弁理士 山口 孝雄

(54)【発明の名称】 投影露光装置

(57)【要約】

【目的】 遠紫外光を露光に使用しても、酸素による露光光の吸収の影響を殆ど受けず、かつ各種光学計測センサの計測光の光路近傍の雰囲気揺らぎの影響のない投影露光装置を提供すること。

【構成】 酸素に対して吸収特性を有する波長域を含む照明光（中心波長193.4nm, 193.0nm~193.8nm程度の波長幅を有する光、もしくは中心波長193.4nm, 数十pmの波長幅に狭帯化された光IL）を射出する光源（1）と、パターンが形成されたマスク（4）に光源からの光を照射するための照明光学系（9a~9c、3等）と、照明されたパターンの像を基板（5）上に形成するための投影光学系（12）とを有する投影露光装置において、照明光学系及び投影光学系の光路内に照明光の波長域に対して酸素より吸収特性の小さな不活性ガスを供給するガス供給系（10）と、投影光学系の基板側端部から基板の近傍までの空間に、空間内の照明光の光路中に存在する大気のはほぼ全体を酸素以外の物質（窒素等の不活性ガス）で置換するための密閉部材（18）を配置した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素に対して吸収特性を有する波長域を含む照明光を射出する光源と、パターンが形成されたマスクに前記光源からの光を照射するための照明光学系と、前記照明されたパターンの像を基板上に形成するための投影光学系とを有する投影露光装置において、前記照明光学系及び前記投影光学系の光路内に前記照明光の波長域に対して前記酸素より吸収特性の小さな不活性ガスを供給するガス供給系と、前記投影光学系の前記基板側端部から前記基板の近傍までの空間に、該空間内の前記照明光の光路中に存在する大気のはば全体を酸素以外の物質で置換するための密閉部材を配置したことを特徴とする投影露光装置。

【請求項2】 前記密閉部材は、前記照明光を透過する透明部材で構成されることを特徴とする請求項1記載の投影露光装置。

【請求項3】 前記密閉部材は、前記空間を大気から密閉する隔壁と前記照明光を透過する透明部材とを有し、前記ガス供給系は、前記隔壁と前記透明部材とで構成される密閉空間に前記不活性ガスを供給することを特徴とする請求項1記載の投影露光装置。

【請求項4】 前記投影露光装置は、前記密閉部材によって形成された密閉空間を介して基板表面に斜めから計測光を入射し、前記基板からの反射光を密閉空間を介して受光することによって前記基板の高さ位置を光学的に検出する焦点検出系を有し、前記密閉部材は、前記基板に向かって入射する計測光を透過する第1光透過部と、前記基板表面で反射された前記計測光を透過する第2光透過部とを有することを特徴とする請求項3記載の投影露光装置。

【請求項5】 前記透明部材は前記投影光学系の結像特性を調整する調整部材であることを特徴とする請求項3記載の投影露光装置。

【請求項6】 前記ガス供給系は、前記不活性ガスを前記密閉部材内に供給するとともに、前記密閉部材内の前記不活性ガスの屈折率を調整することを特徴とする請求項1記載の投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は投影露光装置に関し、特に半導体素子（IC、CCD等）、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド等をリソグラフィ工程で製造する際に使用される投影露光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 半導体素子の大集積化の要望は年々高くなっており、要求される回路パターンのパターンルール（線幅）は小さくなっている。投影光学系が解像できる線幅は波長に比例して小さくなることが知られており、より小さなパターンルールの回路パターンを露光するためには露光に使用する光の波長を短くすれば良い。最近

ではArFを媒体としたエキシマレーザ（波長193nm）を使った投影露光装置が提案されている。

【0003】 ArFを媒体としたエキシマレーザからのレーザ光のように、約200nm以下の波長の光（以下、「遠紫外光」という）は、酸素に対して吸収特性を有する波長域（スペクトル成分）を含んでおり、大気中の酸素による吸収が大きい。遠紫外光が酸素に吸収されることによって、遠紫外光の光量が損失されるとともに、吸収の際に有害ガスであるオゾンが発生してしまうという不都合があった。

【0004】 このため、遠紫外光を使用する従来の投影露光装置では、照明光学系から投影光学系までの光路を大気から遮断した密閉型とし、密閉空間内の大気を不活性ガスに置換していた。そして投影光学系とウエハとの間の空間を密閉することなく、不活性ガスを露光の光路中に吹きつけることにより、投影光学系とウエハとの間の空間をガス置換していた（特開平6-260385号公報）。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 上述したような従来の投影露光装置には、通常ウエハに斜めから計測光を入射して、その反射光を受光することによりウエハの高さ位置を計測する焦点検出系（特開昭60-168112号公報に詳しく開示されている）やウエハのマークにアライメント光を照射してマークからの回折、散乱光を受光することによりウエハの位置を計測するアライメント系やウエハを載置するウエハステージに設けられた移動鏡にレーザ光を照射し、その反射光を受光してウエハステージの位置を計測するレーザ干渉計が設けられている（アライメント系とレーザ干渉計は特開昭60-186845号公報に詳しく開示されている）。

【0006】 このような従来の投影露光では、投影光学系とウエハとの間に不活性ガスを吹きつけるとガス流速の変動等起因して、雰囲気中に揺らぎが生じ、投影光学系とウエハとの間の空間もしくはその周辺を通過する計測光を使った各種計測系（焦点検出系、アライメント系、干渉計）の計測値に誤差が生じる可能性がある。

【0007】 本発明は、前述の課題に鑑みてなされたものであり、遠紫外光を露光に使用しても、酸素による露光の吸収の影響を殆ど受けず、かつ各種光学的計測センサの計測光の光路近傍の雰囲気揺らぎの影響のない投影露光装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 本発明の第1の投影露光装置では、酸素に対して吸収特性を有する波長域を含む照明光（中心波長193.4nm、193.0nm～193.8nm程度の波長幅を有する光、もしくは中心波長193.4nm、数十pmの波長幅に狭帯化された光IL）を射出する光源（1）と、パターンが形成されたマスク（4）に光源からの光を照射するための照明光学

系(9a~9c、3等)と、照明されたパターンの像を基板(5)上に形成するための投影光学系(12)とを有する投影露光装置において、照明光学系及び投影光学系の光路内に照明光の波長域に対して酸素より吸収特性の小さな不活性ガスを供給するガス供給系(10)と、投影光学系の基板側端部から基板の近傍までの空間に、空間内の照明光の光路中に存在する大気のはほぼ全体を酸素以外の物質(窒素等の不活性ガス)で置換するための密閉部材(18)を配置した。

【0009】また、本発明の第2の投影露光装置では、照明光を透過する透明部材(16c)で密閉部材を構成することとした。また、本発明の第3の投影露光装置では、密閉部材は、空間を大気から密閉する隔壁(19)と照明光を透過する透明部材(16c)とを有し、ガス供給系は、隔壁と透明部材とで形成される密閉空間に不活性ガスを供給することとした。

【0010】本発明の第4の投影露光装置では、密閉部材によって形成された密閉空間を介して基板表面に斜めから計測光を入射し、基板からの反射光を密閉空間を介して受光することによって基板の高さ位置を光学的に検出する焦点検出系(14、15)を有し、密閉部材は、基板に向かって入射する計測光を透過する第1光透過部(16a)と、基板表面で反射された計測光を透過する第2光透過部(16b)とを有することとした。

【0011】本発明の第5の投影露光装置では、透明部材は投影光学系の結像特性を調整する調整部材であることとした。本発明の第6の投影露光装置では、ガス供給系は、不活性ガスを密閉部材内に供給するとともに、密閉部材内の不活性ガスの屈折率を調整することとした。

【0012】

【作用】本発明の第1の投影露光装置によれば、露光光に遠紫外光(酸素に対して吸収特性を有する波長域を含む光)を使用しても、酸素による光の吸収、オゾンが発生を最小限に抑えることができる。また、投影光学系と基板との間の空間もしくはその近傍を各種計測光が通過しても、揺らぎによる計測誤差が生じることがない。

【0013】また、本発明の第2の投影露光装置では、照明光を透過する透明部材(16c)で密閉部材を構成することとしたので、不活性ガスをを用いる必要がない。また、本発明の第3の投影露光装置では、密閉部材は、空間を大気から密閉する隔壁(19)と照明光を透過する透明部材(16c)とを有し、ガス供給系は、隔壁と透明部材とで形成される密封空間に不活性ガスを供給することとしたので、酸素による吸収の不都合が低減される。

【0014】本発明の第4の投影露光装置では、密閉部材に、基板に向かって入射する計測光を透過する第1光透過部(16a)と、基板表面で反射された計測光を透過する第2光透過部(16b)とを有することとしたので、密閉部材を設けても光学的な斜入射の焦点検出系が

使用できるとともに、焦点検出系に揺らぎによる計測誤差が生じない。本発明の第5、第6の投影露光装置では、酸素による露光光の吸収の問題の解決と投影光学系の結像特性の調整とを同時に行える。

【0015】

【実施例】本発明の実施例を、添付図面に基づいて説明する。図1は、本発明の実施例に好適な投影露光装置の全体構成を概略的に示す図である。光源1は、遠紫外光(ArFを媒体としたエキシマレーザ)を射出するものである。そして光源1にはエタロンや回折格子等を使ってArFエキシマレーザ光を狭帯化する狭帯化部材が設けられており、本実施例では波長193、4nmの光に狭帯化されているものとする。

【0016】狭帯化を行うのは、遠紫外光が透過できる光学硝子(石英や蛍石等)の加工や接着材の問題から広帯域のエキシマレーザに対する投影光学系12(図1)の色収差補正を良好に行うことは困難だからである。通常はエタロンや回折格子等を使って波長幅を数十pm程度まで狭帯化したレーザ光を用いて、投影光学系12の色収差の問題が生じないようにしている。

【0017】その光源1(ArFを媒体としたエキシマレーザ)から射出された露光光ILは、窓部2a(遠紫外光を透過する光学部材、例えば石英等からなるガラス板等)を透過した後、ミラー9aに入射する。ミラー9aで図中上方に反射された露光光ILは、ミラー9bによって図中左側に反射され、光学ユニット3に入射する。光学ユニット3は、リレーレンズ、露光光ILを均一化するためのオブチカルインテグレータ(フライアイレンズ等)、露光光ILをオブチカルインテグレータに入射させるインプットレンズ、オブチカルインテグレータから射出した露光光ILをレチクル上に集光するためのリレーレンズ、コンデンサーレンズ等を有している。

【0018】光学ユニット3から射出された露光光ILは、ミラー9cによって図中下方向に反射される。ミラー9cで反射された露光光ILは、窓部2b(遠紫外光を透過する光学部材、例えば石英等からなるガラス板等)を透過し、ウエハ5上に露光すべきパターンが形成されたマスク4に入射する。オブチカルインテグレータとコンデンサーレンズ等がマスク4上での露光光ILの照度をほぼ均一とするため、マスク4は露光光ILによりほぼ均一に照明される。マスク4を透過した露光光ILは、窓部2c(遠紫外光を透過する光学部材、例えば石英等からなるガラス板等)、投影光学系12を介してウエハ(感光基板)5に入射し、マスク4上のパターンの像をウエハ5上に形成する。

【0019】ウエハ5は、3次元方向(XYZ方向)に移動可能なウエハステージWST上に載置されている。レーザ干渉系IWは、ウエハステージWSTのXY平面内での位置を所定の分解能で計測する。ウエハステージWSTは干渉系IWの計測値に基づいてステッピング移

動され、ステップ移動と露光とを繰り返す、所謂ステップアンドリピート方式で、ウエハ5上にマスク4のパターンが逐次投影露光される。光源1から窓部2bまでの露光光1Lの光路は、密閉部材21、22によって密閉され、マスク4は密閉部材23によって密閉されている。

【0020】また、投影光学系12は、通常複数枚のレンズエレメントとそれらを保持する鏡筒(1つまたは複数)で構成され、複数のレンズエレメントは鏡筒24によって外部(大気)からほぼ密閉されている(露光光1Lの光路は鏡筒24によって密閉されている)。密閉部材21、22、23は特に限定されるものではなく、例えばアルミ等の金属で構成された筒状の密閉部材である。密閉部材21と密閉部材22とは窓部2aで仕切られ、光源1と窓部2aと密閉部材21とで密閉空間21aが形成されている。

【0021】密閉部材22と密閉部材23とは窓部2bで仕切られ、窓部2aと窓部2bと密閉部材22とで密閉空間22aが形成されている。そして、密閉部材23と鏡筒24とは窓部2cで仕切られ、窓部2bと窓部2cと密閉部材23とで密閉空間23aが形成され、窓部2cと鏡筒24とで密閉空間24aが形成されている。密閉空間22aにはミラー9a、9b、9cが配置され、密閉空間23aにはマスク4を載置するとともに2次元移動可能なマスクステージRSTが配置され、図1ではマスクステージRST上にマスクが載置されている。密閉空間24aには、投影光学系12の各レンズエレメントが配置されている。

【0022】また、投影光学系12とウエハ5との間の空間には、投影光学系12からウエハ5の近傍までの露光光1Lの光路のほぼ全域を外部(大気)から密閉する密閉部材18が設けられている。また、図1の投影露光装置には、ウエハの高さ位置(Z方向の位置)を光学的に検出する焦点検出系(14、15)が設けられている。焦点検出系は、ウエハ表面に斜めから計測光17を入射する投光系14と、ウエハ表面で反射された計測光を受光する受光系15とで構成されている。

【0023】受光系15はウエハ表面で反射された計測光と受光光との位置関係を表す信号を主制御部8に出力し、主制御部8はこの信号に基づいてウエハ5の表面が投影光学系12によるマスク4のパターンの像の位置とほぼ一致するように、ウエハステージWSTを高さ方向(Z方向)に移動する。主制御部8は光源1、真空ポンプ6、ガス供給系10、ウエハステージWSTのXY方向の移動、マスクステージRSTの移動等を統括的に制御する。

【0024】図2は、この密閉部材18の詳細を示す部分拡大図である。密閉部材18は、投影光学系12からウエハ5の近傍まで露光光1Lの光路に沿って延びた筒状の隔壁(例えば適当な金属等で構成される筒状の隔

壁)19と、隔壁19の側壁に設けられた窓部(計測光17を透過する石英等の透明部材)16a、16bと、露光光1Lを透過する透明部材16c(例えば石英等の透明部材)とで構成されており、隔壁19と窓部16a、16bと透明部材16cとで密閉空間18aを形成している。

【0025】そして、焦点検出系の投光系14からの計測光17は、窓部16a(計測光17を透過する石英等の透明部材)、密閉空間18a、透明部材16c及び透明部材16cとウエハとの間の大気雰囲気を通してウエハ5の表面に入射し、ウエハ5の表面で反射された計測光17は透明部材16cとウエハとの間の大気雰囲気及び透明部材16c、密閉空間18a、窓部16bを介して受光系15に入射する。透明部材16cとウエハ5との間の距離は非常に小さいため、これらの間の大気雰囲気による露光光1Lの酸素による吸収は極めて小さい。透明部材16cとウエハ5との間の距離は、例えば焦点検出系の信号に基づいてウエハステージWSTがZ軸に沿って上下することが可能な距離(予め装置として定めたウエハステージWSTの駆動範囲)の2倍程度あるいは投影光学系12の実質的な焦点深度(例えば上下合わせて20 μ m)の2~3倍程度にすればよい。

【0026】さて、図1に戻って、真空ポンプ6は真空ポンプ61と真空ポンプ62とを有し、密閉空間22a、23a、24aの各々には配管13aを介して真空ポンプ61が接続され、また、密閉空間18aには配管20aを介して真空ポンプ62が接続されている。主制御部8は、密閉空間22a、23a、24a内の空気を排気する真空ポンプ61と密閉空間18a内の空気を排気する真空ポンプ62とを独立に制御する。

【0027】また、ガス供給系10は、ガス供給系101とガス供給系102とを有し、200nm以下の遠紫外線(本実施例ではエキシマ光源1より射出された波長193.0nmから波長193.8nmまでの波長幅を有するレーザ光)に対する吸収特性が酸素と比較して小さい不活性ガス(例えば窒素やヘリウム等)を密閉空間21a、22a、23a、24aの各々に配管13bを介してガス供給系101により供給し、これとは独立して密閉空間18aに配管20bを介してこの不活性ガスをガス供給系102により供給する。主制御部8は、ガス供給系101とガス供給系102とを独立に制御する。

【0028】ここで遠紫外線の吸収について図3を参照して説明する。図3は、ArFエキシマレーザ光の光路を窒素によって置換した場合と、置換しなかった場合(ArFエキシマレーザ光の光路が空気中にある場合)とでのArFエキシマレーザ光の強度を比較した図である。図3中、横軸は波長(nm)を示し、縦軸はArFエキシマレーザ光の強度を示している。図3に示すように、エキシマレーザからのレーザ光1Lは中心波長19

3. 4 nmで193. 0 nmから193. 8 nm程度までの波長幅を有するレーザ光（狭帯化しない場合）である。

【0029】窒素置換なしの場合（空气中）では、193. 0 nmから193. 8 nm程度までの波長幅内で強度が低下しており、特にこの波長幅内の特定の波長（スペクトル）において強度が大きく低下している。これは酸素が193. 0 nmから193. 8 nm程度までの波長幅内の光を吸収する特性を有するため、特にこの波長幅内の特定の波長（スペクトル）の光を大きく吸収する特性を有するためである。これに対して、193. 0 nmから193. 8 nm程度までの波長幅内の光を窒素が吸収する特性は、この波長幅内の光を酸素が吸収する特性と比較して小さく、この波長幅内の特定の波長域（スペクトル）の光を大きく吸収する特性は窒素にはない。

【0030】このように、遠紫外線の特定の波長域の光が通過する光路の雰囲気、この特定の波長域を有する光の吸収特性が酸素と比較して小さな不活性ガスに置換することにより、酸素が光を吸収することによる光量の損失を小さくするとともに、オゾンの発生（酸素が光を吸収することにより発生する）を防止することができる。

【0031】なお、図3では数pm~数十pmの波長幅を有し、中心波長193. 4 nmの波長を有する光に狭帯化したArF狭帯域レーザが示されており、このArF狭帯域レーザ（波長193. 4 nm）に対しても酸素は吸収特性を有するため、光源1から投影光学系12のウエハ側端面に至るまでの空間（密閉空間21a、22a、23a、24a）の光路を窒素等の不活性ガスで置換することが必要となる。さらに、本実施例では、投影光学系12とウエハ5との間に露光光ILの光路の大部分を大気から遮断（密閉）するための密閉部材18を設けたので、酸素による露光光ILの吸収による不都合（光量損失、オゾンの発生）を最小限とすることができる。

【0032】次に、各密閉空間21a、22a、23a、24a及び18aの大気（酸素）を前述の不活性ガスに置換する方法について説明する。密閉空間22a、23a、24a及び18aのガス置換に際しては、密閉空間22a、23a、24a内の大気を配管13aを介して真空ポンプ61で真空引きした後、ガス供給系101から配管13bを介して不活性ガスを所定の圧力で供給する。また、密閉空間18a内の大気を配管20aを介して真空ポンプ62で真空引きした後、ガス供給系102から配管20bを介して不活性ガスを所定の圧力で供給する。

【0033】なお、ガス置換が終了した後も、ガス供給系101（102）から不活性ガスを供給し続けるとともに配管13a（20a）を介してガスを排気し続ける

のが好ましい。一方、密閉空間21aの場合、密閉部材21と光源1との接合部において、密閉性（気密性）を確保することが困難である。しかしながら、窓部2aを適当な位置に配置することにより密閉空間21aの容積を他の密閉空間（例えば22a、23a）と比較して小さく構成することができる。このため、密閉空間21a内の大気を強制排気することなくガス供給系101からの不活性ガスを少量ずつ供給する（例えば流しっぱなし）だけで、密閉空間21a内の大気を不活性ガスで置換することができる。

【0034】密閉空間21aの場合も、他の密閉空間と同様に、ガス置換が終了した後も、ガス供給系101から不活性ガスを供給し続けるのが好ましい。尚、密閉部材21と光源1との接合部において密閉性（気密性）を確保し、他の密閉空間と同様に密閉空間21a内の大気を強制排気してガス置換を行うようにしてもよい。また、密閉空間21aにガスを供給するための配管13b1と密閉空間21aとの間でガスを循環させるようにしてもよい。

【0035】また、密閉空間18aは投影光学系12からウエハ5までの空間内の露光光ILの光路中の大気をガス置換できるだけの容積があればよく、他の密閉空間（例えば22a、23a）と比較して小さな容積がよい。しかしながら、ガスを密閉空間18aに供給するだけでは、密閉空間18aの圧力が変化してしまう。このため、主制御部8は、ガス供給密閉空間18a内に配管20bを介してガスを供給し続けるようにガス供給系102を制御するとともに、配管20aを介してガスを排気し続けるように真空ポンプ62を制御することによって、密閉空間18aの圧力を制御している。

【0036】このように、本実施例にかかる投影露光装置では、投影光学系12の露光光ILの出口からウエハ5の表面の直前までの光路を大気から遮断し、密閉空間18a内を不活性ガスで置換することができる。従って、焦点検出系の計測光の光路中に不活性ガスの流速の変動は生じないので、再現性が高くなり精度の高い位置計測が可能となる。また、通常この種の投影露光装置にはWSTの位置をレーザ光を使って計測する干渉計やウエハ5のXY平面内での位置をレーザ光等により計測するアライメントセンサが設けられており、ウエハ5近傍のこれらの計測光の光路中にも不活性ガスの流速の変動は生じないので、再現性が高くなり精度の高い位置計測が可能となる。

【0037】さらに、主制御部8は密閉空間18a内の圧力を変えたり、供給する不活性ガスを屈折率の異なるものに変えたり、複数の屈折率を有する不活性ガスの混合比を変えるように、ガス供給系102を制御し、投影光学系の結像特性を調整することができる。また、ガス供給系101は密閉空間23a及び24aへのガス供給も独立して行えるものとし、真空ポンプ61も密閉空間

23a及び24aからのガス（あるいは大気）の排気を独立に行えるものとし、マスク4の交換の際は、密閉空間23aへのガス供給、排気を主制御部8により制御したり、主制御部8により密閉空間24a内のガスの屈折率を制御（密閉空間24a内の圧力を変えたり、供給する不活性ガスを屈折率の異なるものに変えたり、複数の屈折率を有する不活性ガスの混合比を変えるように制御）することにより投影光学系12の結像特性を調整するようにしてもよい。

【0038】尚、不活性ガスとして、ヘリウムを用いる場合は窒素と違って、ヘリウムの屈折率が空気の屈折率と大きく異なるので、窓部16cを凸または凹状として窓部16cに屈折力を付与して投影光学系12の結像特性を補正することが望ましい。また、図4に示すように投影光学系12のウエハ側の端部とウエハ5との間の空間（露光光11の光路を含む空間）に窓部16cのような透明部材（石英等の透明部材）を設けて、この空間の大気を透明部材で置換するようにしてもよい。

【0039】また、前述の説明では密閉部材18の一方は投影光学系12に密着しているが、窓部16cとウエハ5との間隔と同程度に、投影光学系12と密閉部材18を離して設けるようにしてもよい。このようにすれば、メンテナンス等により密閉部材18を交換、取り出し等する際の作業性が向上する。尚、上述の実施例では、ArFエキシマレーザを光源とした投影露光装置について本発明を説明したが、酸素に吸収特性を有する波長域の光（酸素に吸収特性を有する波長域を含む光）を射出する光源を使用する投影露光装置にも本発明を適用することができる。酸素に吸収特性を有する波長域の光としては、例えばYAGレーザや銅蒸気レーザの3次高調波（波長170nm）が考えられる。本発明は、ステップアンドスキャン方式の投影露光装置にも適用可能である。

【0040】

【効果】本発明の第1の投影露光装置によれば、露光光に遠紫外光（酸素に対して吸収特性を有する波長域を含む光）を使用しても、酸素による光の吸収、オゾンの発生を最小限に抑えることができるとともに、投影光学系12と基板との間の空間もしくはその近傍を各種計測光が通

過しても、揺らぎによる計測誤差が生じない。また、本発明の第2の投影露光装置では、照明光を透過する透明部材で大気を置換することにより不活性ガスが不要になる。

【0041】また、本発明の第3の投影露光装置では、密閉部材は、空間を大気から密閉する隔壁と照明光を透過する透明部材とを有し、ガス供給系は、隔壁と透明部材とで形成される密封空間に不活性ガスを供給することとしたので、基板を完全に密封することなく、酸素による吸収の不都合が低減される。本発明の第4の投影露光装置では、密閉部材に、基板に向かって入射する計測光を透過する第1光透過部と、基板表面で反射された計測光を透過する第2光透過部とを有することとしたので、不活性ガスの揺らぎによる計測誤差を生じさせることなく光学的な基板の位置計測を行える。本発明の第5、第6の投影露光装置では、酸素による露光光の吸収の問題の解決と投影光学系の結像特性の調整とを同時に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に好適な投影露光装置の全体構成の概略を示す図である。

【図2】図1の装置の投影光学系とウエハ部分の拡大図である。

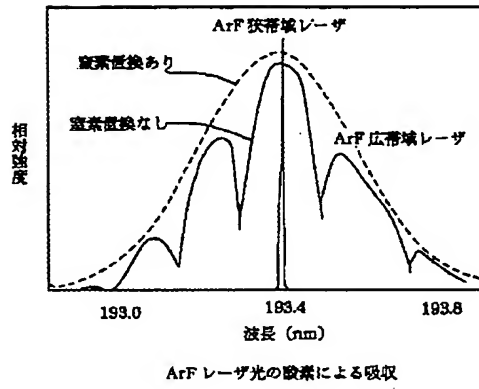
【図3】遠紫外光の波長域における空気と窒素との吸収特性の違いを示す図である。

【図4】図2の装置の変形例を示す図である。

【符号の説明】

- 1 光源
- 2a、2b、2c 窓部
- 4 マスク
- 5 ウエハ
- 6 真空ポンプ
- 8 主制御部
- 10 不活性ガス供給系
- 12 投影光学系
- 16a、16b 窓部
- 16c 透明部材
- 18 密閉部材
- 21、22、23、24 密閉部材

【図3】



【図4】

